

### Einfluß der Wassertemperatur auf die Dauer der Embryonalentwicklung von Forellen.

In zehn Erbrütungsversuchen, sechs im ersten Jahr, vier im Folgejahr, mit insgesamt ca. 75 000 Forelleneiern wurde bei genauer Temperaturkontrolle der Einfluß der mittleren Wassertemperatur auf die Entwicklungsgeschwindigkeit der Forellenembryonen bei mittleren Wassertemperaturen der einzelnen Versuche zwischen 7°C und 9°C untersucht.

Die Forelleneier wurden nach der Befruchtung in sogenannten Langstromapparaten nach dem Unterstromprinzip erbrütet. Die Brutrinnen faßten ca. 30 l Wasser und hatten je 4 Bruteinsätze. Die Wasserversorgung erfolgte mit Umwälztauchpumpen aus 300 l fassenden Vorratsbecken. Der Sauerstoffgehalt wurde mit Preßluft (ca. 5 l/h) im Sättigungsbereich gehalten. Es erfolgte während der gesamten Erbrütung kein Wasserwechsel. Unbefruchtete und abgestorbene Forelleneier wurden abgesammelt. Der Entwicklungszustand der Embryonen wurde durch Aufhellen einzelner Eier mit einem Eisessig-Alkohol-Gemisch (1 : 3) kontrolliert. Die gesamte Erbrütung erfolgte im Dunkeln. Die Brutrinnen waren durch Abdeckungen gegen Lichteinfall abgeschirmt. Lediglich während des Absammelns erfolgte eine Beleuchtung mit Raumlicht.

Alle Becken und Schläuche waren wärmegeklämt installiert. Die Temperatur der Vorratsbecken wurde mit Kühlaggregaten auf einen Sollwert von ca. 8°C herabgekühlt und dann mit einer Regelabweichung von etwa 1°C gehalten. Mit elektronischen Temperaturfühlern wurde der Temperaturverlauf an den Auslässen der Brutrinnen während der Erbrütung auf 0.1°C genau erfaßt und vollständig registriert. Nach Eichung aller Temperaturfühler gegen ein bestimmtes genaues Thermometer wurden die EDV-mäßig erfaßten Anzeigewerte auf richtige Temperaturwerte umgerechnet.

Geschlüpfte Forellen wurden täglich 2 mal abgesammelt (vormittags und nachmittags) und gezählt. Die Zeitdifferenz, mit Stunden als Dezimalstellen von Tagen, von der Befruchtung der Eier bis zum Absammeln der Larven, multipliziert mit der über diese Zeit gemittelten Wassertemperatur, ergibt die sogenannten Tagesgrade (Integral der Temperatur über die Zeit). In Abbildung 1 ist

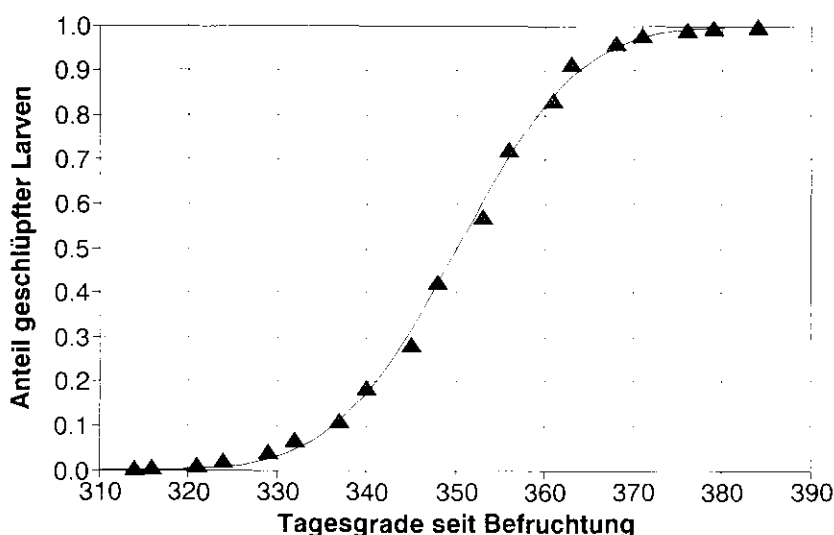


Abb.1: Schlupfverhalten von Forellen  
Anpassung der "Fehlerfunktion" an die Schlupfdaten

Tabelle 1: Parameteranpassung des Integrals der Normalverteilung

Wassertemp Grad-Cels.	Mittelwert Tagesgrade	Standardabw. Tagesgrade
7.34	351.3	12.43
7.41	352.2	13.85
7.63	349.1	10.76
7.85	350.1	10.77
8.25	341.9	8.60
8.25	341.3	8.74
8.90	350.4	8.70
9.10	347.0	7.36
9.13	341.9	7.54
9.23	339.8	5.86

Tabelle 2: Temperaturmodell der Lageparameter

Mittelwert : $M = M_0 - M_1 * T$ (T in °C)			
Standardabw.: $S = S_0 - S_1 * T$ (T in °C)			
Parameter	Wert	Std.Fehler	Dimension
$M_0$	395.9	1.1	Tagesgrade
$M_1$	6.0	0.6	Tagesgrade/Grad
$S_0$	35.1	1.0	Tagesgrade
$S_1$	3.1	0.4	Tagesgrade/Grad

eine normierte Summenkurve geschlüpfter Larven gegen diese Tagesgrade aufgetragen. Der Gang der Meßwerte wurde nach optimaler Parameteranpassung der Fehlerfunktion (Mittelwert "M" und Standardabweichung "S" der integrierten Normalverteilung) durch diese Kurve durchweg gut beschrieben.

Diese Lageparameter aller Untersuchungsserien waren deutlich unterschiedlich (Tabelle 1) für verschiedene mittlere Wassertemperaturen. Eine lineare Anpassung der Temperaturabhängigkeit ergab die in Tabelle 2 zusammengefaßten Parameter. Eine Transformation aller Tagesgrade "TG" auf normierte Tagesgrade (z-Transformation) innerhalb der Serien

$$z = (TG - M) / S$$

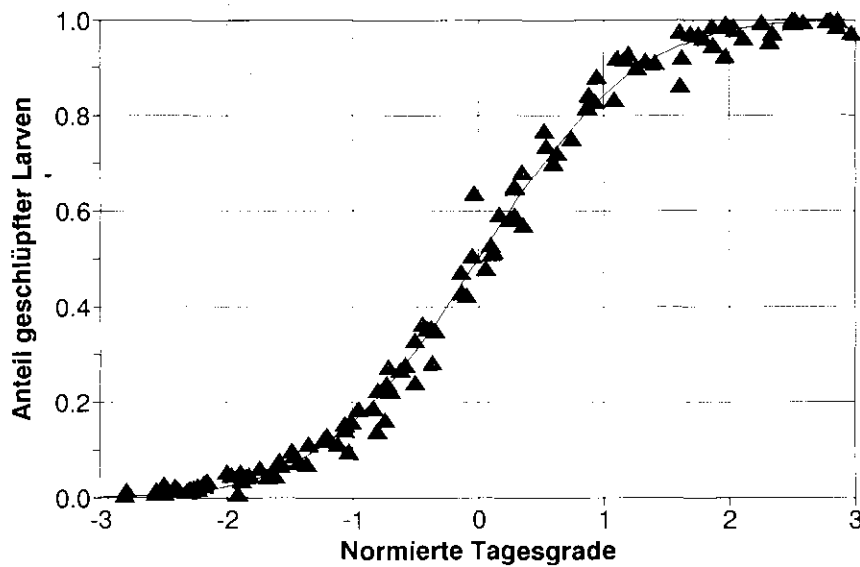


Abb.2: Schlupfverhalten von Forellen  
Zusammenfassung der Daten aus 10 Brutrinnen

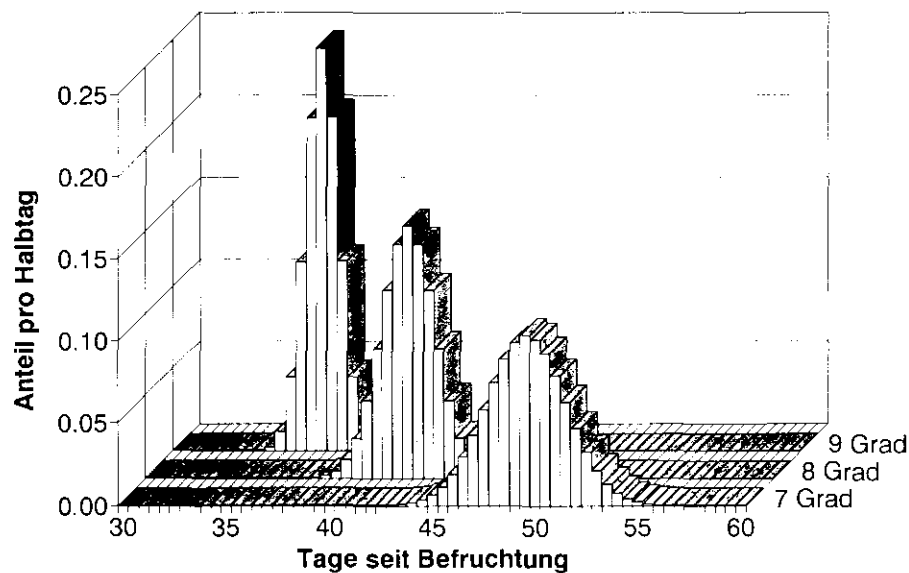


Abb.3: Schlupfraten von Forellen  
Einfluß der Wassertemperatur auf das Schlüpfen

gestattet die Zusammenfassung aller Schlupfdaten. In Abbildung 2 sind alle normierten Summenwerte zusammengefaßt und mit der Standardfehlerfunktion verglichen. Die lineare Temperaturkorrektur der Lageparameter ermöglicht eine gute Beschreibung des Schlüpfens.

Der Einfluß der Wassertemperatur auf die Zeitspanne vom Befruchten bis zum Schlüpfen und auf die Schlupfrate ist in Abbildung 3 für die Temperaturwerte 7°C, 8°C und 9°C, berechnet nach diesem Temperaturmodell, gezeichnet. Bei 8°C verschiebt eine Temperaturänderung von 1°C während der gesamten Erbrütungsdauer gegenläufig den Zeitpunkt des Schlüpfens um knapp eine Woche. Für einen Vergleich experimenteller Untersuchungen ist daher eine Genauigkeit der Temperaturmessung auf 0.1°C als Minimalforderung anzusehen.

Der hier dargestellte Zusammenhang ist ein Teilergebnis der Auswertung einer Untersuchung im Salzbergwerk Asse zum Auffinden eines Strahlen-Hormesiseffektes.

H. Bühringer und H.-J. Kellermann  
Labor für Radioökologie der Gewässer  
Hamburg

**Abschlußkolloquium des ICES/IOC Workshops on  
Biological Effects of Contaminants in the North Sea  
am 11. - 13. September 1991**

In der Zeit vom 12. bis 30. März 1990 trafen 80 Wissenschaftler aus Nordsee-Anrainerstaaten sowie den USA und Kanada im Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven zusammen. Ziel dieser internationalen Veranstaltung war, verschiedene Methoden des Biologischen Effects Monitoring vergleichend in Seegebieten in der Deutschen Bucht und vor der holländischen Küste einzusetzen. Hierbei wurden physiologische, biochemische, embryologische, pathologische, epidemiologische, chemische und andere Methoden angewandt. Sieben Schiffe nahmen an dieser Ausfahrt teil.

Nach Abschluß der bei dieser Gelegenheit durchgeführten Probennahme trafen sich in der Zeit vom 11. bis 13.09.1991 70 Wissenschaftler in Kopenhagen, um die Ergebnisse darzustellen und zu erörtern.

Die Untersuchungen fanden in zwei Seegebieten statt,

1. auf einem Transekt von 9 Stationen, die aus der inneren Deutschen Bucht bis an den östlichen Rand der Doggerbank führten (die maximale Entfernung der Stationen voneinander betrug 200 km),
2. auf einem Transekt in der Nähe einer nicht mehr verwendeten Gasbohrplattform und erstreckte sich über 5.000 m.

Bei der Auswahl dieser Transekte kam es nicht darauf an, mit Hilfe der eingesetzten Methoden Schadstoffgradienten zu finden, sondern die Untersuchungsgebiete sollten realistische Tests der in Zukunft möglicherweise zu verwendenden Monitoring-Methoden ermöglichen.

Die Stationen in der Deutschen Bucht befanden sich mit Ausnahme derjenigen, die für spezielle Zwecke der Benthosgruppe ausgesucht wurden, in einer Wassertiefe zwischen 29 und 43 m. Mit Ausnahme der auf der Doggerbank gelegenen Stationen sind die Sedimente als sandig zu bezeichnen. Die zusätzliche Auswahl von Stationen in der Nähe einer Bohrplattform war damit begründet, daß man aufgrund der bekannten hohen Belastung in der Nähe dieser Plattform sicher sein konnte, daß die biologischen Signale deutlich ausfallen würden.

Bei der Auswahl der einzusetzenden Methoden wurde davon ausgegangen, daß diese überwiegend an den Grenzflächen zwischen Luft und Wasser und zwischen Wasser und Sediment ihren Einsatz finden sollten. Erstmals sollten Techniken der zellulären Pathologie, der äußeren Pathologie sowie der Biochemie miteinander integriert und mit den Ergebnissen der anderen Probennahmen interpretiert werden. Dabei sollten - wann immer möglich - identische Fische von denselben